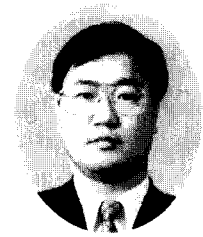


# 특 집

|| 화재와 콘크리트 ||

## 섬유시트로 보강된 철근 콘크리트 구조부재의 방·내화성능

- Fire Resistance Property of RC Structure Member Strengthened with Fiber Sheet -



이한승\*

### 1. 서 언

근년, 철근 콘크리트조 구조부재의 열화 및 건축물의 용도변경에 따라 건축물의 보수 및 보강에 관한 공법의 개발 및 그 효과를 검증하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 이에 따라, 보강공법으로는 경제성·시공성 면에서 우수한 탄소섬유시트, 아라미드섬유시트, 유리섬유시트 보강공법 및 FRP판 보강공법 등 합성수지 접착제를 사용하는 새로운 보강공법들이 폭넓게 연구되어 현장 실용화되어 사용 중에 있다. 그러나, 이들 보강공법에 관한 연구는 주로 구조적인 내력 보강효과 산정에 관한 것이 대부분이고 보강후의 내화성능 및 내구성능에 관한 연구는 매우 부족한 실정이다. 이들 보강공법은 주로 에폭시수지계 접착제에 의하여 콘크리트와 보강재의 접착력에 의하여 내력이 전달되는 메커니즘으로 되어있어 화재가 발생한 경우 내화피복이 없다면 접착제 자체의 연소에 의하여 유독가스의 발생 및 접착강도가 크게 저하되어 그 구조적인 보강성능은 급속히 저하할 것으로 판단된다. 또한, 현재 이들 보강공사는 내화성능의 검토 없이 실제 시공이 이루어지고 있으므로 화재시에 대형참사를 일으킬 위험성이 있다.

본고에서는 이러한 배경 하에 국내에서 방·내화성능에 관한 연구자료가 매우 부족한 탄소섬유시트 보강공법을 중심으로 국내외 자료를 조사·정리하여 보강된 RC 구조부재의 방·내화성능에 관한 기초자료를 제공하고자 한다.

### 2. CFRP로 보강된 RC구조부재의 방·내화성능<sup>1), 3)</sup>

탄소섬유시트(CFRP)로 보강된 RC구조부재의 방·내화성능에 관한 국내 규정 및 연구자료는 거의 전무한 실정이다. 그러나, 화재에 대하여 매우 민감하게 반응하고 있는 일본의 경우는 각종 자료를 통하여 다음과 같은 견해가 나타나고 있으며, 건설성을 중심으로 지침의 형태로 제시되어 있으나 아직 통일된 규준은 없는 실정이다.

① 내화구조는 기본적으로 불연성재료로 구성되어 있고 그 자체가 화재 발생이나 확대를 일으키는 경우는 없다. 또한, 내화구조인 기둥, 보 등의 가구부재는 화재로 인한 가열을 받아도 항상 연직하중을 지지하고, 건축물의 붕괴를 방지하기 위하여 필요한 「하중 지지능력」을 갖고 있어야 한다. 더욱이, 내화구조인 벽, 슬래브 등의 구획부재는 화재에 의한 가열을 받아도 그 열 및 화염·고온가스를 뒤쪽 면에 통과시키지 않는 「차열성」과 「차염성」을 가지고 있어야 한다. 또한, 차열성과 차염성은 연소방지 측면에서 필요한 성능이다. 이상과 같은 불연성(즉, 방화성) 그리고 하중 지지능력, 차열성 및 차염성(즉 내화성)은 내화구조부재가 본래 갖추어야 할 방·내화성능으로서 매우 중요하다. 기둥, 보, 슬래브, 벽 등의 주요 구조부를 내화구조로 한 건축물의 화재안전성은 이와 같은 방·내화성능을 전제로 하여야 한다. 따라서, 탄소섬유시트를 사용한 내진 보강공법을 방·내화구조부재에 적용하는 경우는 필요에 따라 적절한 조치를 강구하여 그 부

\* 정회원, 한양대학교 초대형구조시스템연구센터 연구 조교수

제의 방·내화성능의 확보가 필요하다. 또한, 「내진보강촉진법」의 제5조 및 시행규칙(1995년 건설성 제 28호)에서는 내진보강을 촉진시키기 위하여 화재 발생을 유효하게 감지하고 건축물을 항시 관리하는 자가 있는 장소에 통보할 수 있는 장치가 설치되어 있을 경우에는 내화건축물에 관한 건축기준법 상의 규정은 적용하지 않는다고 되어 있다.

② 철근 콘크리트 기둥의 경우, 건축기준법 상에서는 「내장제한 규정」을 받지 않기 때문에 특별히 방·내화성능을 확보할 필요는 없다. 특히, 내진보강을 실시하는 경우에는 건축기준법이 화재와 지진은 동시에 작용하지 않는다는 전제하에 성립되므로 법률상은 내화피복이 필요하지 않다고 생각하고 있다. 한편, 슬래브나 보를 보강하는 경우에는 탄소섬유시트가 응력을 분담하는 것이므로 에폭시수지의 가연성을 고려하면 방·내화피복을 실시하는 것이 바람직하다고 생각하고 있다.

③ 화재에 의한 피해 부위를 재보강하는 경우, 내화피복은 필요하지 않지만 화재 후에 부재를 그대로 사용하는 것을 의도하는 경우에는 탄소섬유시트가 260°C를 넘지 않도록 내화피복을 실시하여 둘 필요가 있다. 또한, 건물소유자가 피복공사를 요구하는 경우에는 피복재료로서 불연, 준불연이 바람직하고 피복시에는 줄눈의 벌어짐이나 피복재료의 탈락에 주의를 할 필요가 있다.

④ 1995년 12월에 시행된 「건축물의 내진보강 촉진에 관한 법률·동시행령」에 의하면 일반 건축물, 특정건축물(학교, 체육관, 백화점 등 다수의 사람이 이용하는 건축물)을 내진보강 할 경우, 건축기준법 상의 내화규정에 부적합 부분이 있어도 좋다고 되어 있으므로 특히, 내진보강의 경우에는 내화피복에 대하여 거의 신경 쓰지 않아도 좋다는 생각을 하고 있다.

이와 같은 상황을 고려하면, 철근 콘크리트 구조부재를 탄소섬유시트로 보강하는 경우에 반드시 방·내화피복이 필요한 것은 아니라고 판단할 수 있다. 그러나, 국내의 탄소섬유시트 보강은 주로 과하중 및 축력에 대한 보강이므로 탄소섬유시트가 화재에 의하여 열화된 경우는 보강효과 상실과 함께 가스 및 화재 위험성이 있으므로 건축물의 경우에는 반드시 적절한 방·내화피복을 실시하는 것이 타당하다고 판단된다.

### 3. 탄소섬유시트 경화체의 방·내화 성능

탄소섬유는 약 2000°C 이상에서의 불활성 가스 중에서 열처리에 의해 순도 높은 탄소화, 흑연화된 재료이므로 통상적으로 안정적이며 질소가스 등의 비산화성 분위기 하에서는 2000°C 정도까지의 내열성을 갖는 불연성 재료이다. 통상 500~600°C 정도의

일반 화재시에는 탄소섬유가 화학변화를 일으키지 않으나 CFRP 경화체를 구성하는 에폭시수지는 가연성의 물질이므로 방·내화성능은 에폭시수지에 의하여 결정된다고 하겠다. <그림 1>은 CFRP 경화체를 각 온도에서 장기간 방치한 경우의 강도 유지율로서 80°C의 환경온도에서도 80% 이상의 강도유지를 나타내어 비교적 고온이 되는 굴뚝의 보강공사에도 탄소섬유시트 보강공법이 적용되고 있다. 한편 <그림 2>는 시험온도에 따른 CFRP 경화체의 열간인장시험 및 열이력 후의 인장시험 결과를 나타낸다. 열간에서의 인장시험에서는 시험온도가 40°C에서 100°C로 상승하면 인장강도는 50% 정도로 저하한다. 한편, 열이력 후의 인장강도 시험에서는 260°C의 온도 환경 하에 2시간 방치한 후라도 강도저하를 일으키지 않는다. 따라서, 화재 등의 영향을 받더라도 260°C 이상으로 CFRP 경화체의 온도가 상승하지 않도록 내열처리를 실시하면 상온으로 냉각한 후에는 열이력 이전 인장강도를 기대할 수 있다.

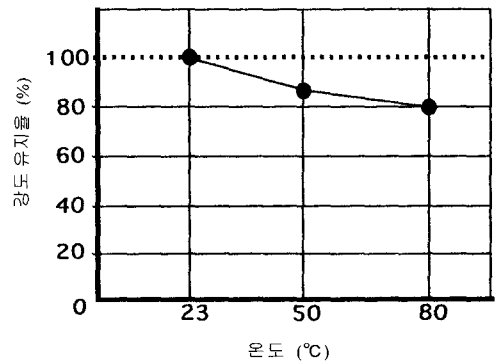


그림 1. 탄소섬유시트 경화체의 열특성

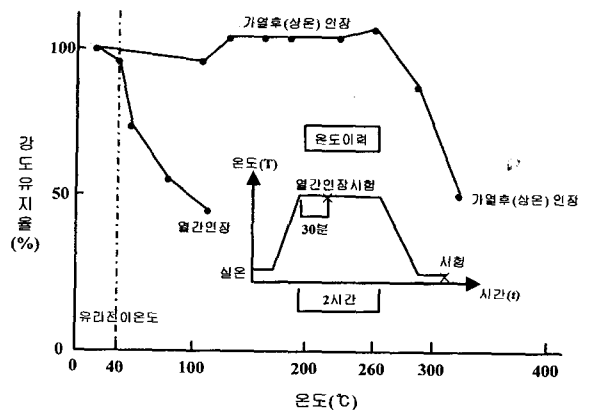


그림 2 온도변화에 따른 탄소섬유시트 경화체의 인장강도 특성

한편, <그림 3>과 같이 5종류의 마감층을 시공한 탄소섬유시트 보강 콘크리트 판에 ISO 834에 준거한 표준적인 내화가열곡선을 사용하여 1시간 및 2시간의 가열시험을 실시한 결과, 탄소섬유시트 경화체의 허용열화온도로서 제안되고 있는 220~260°C 이하

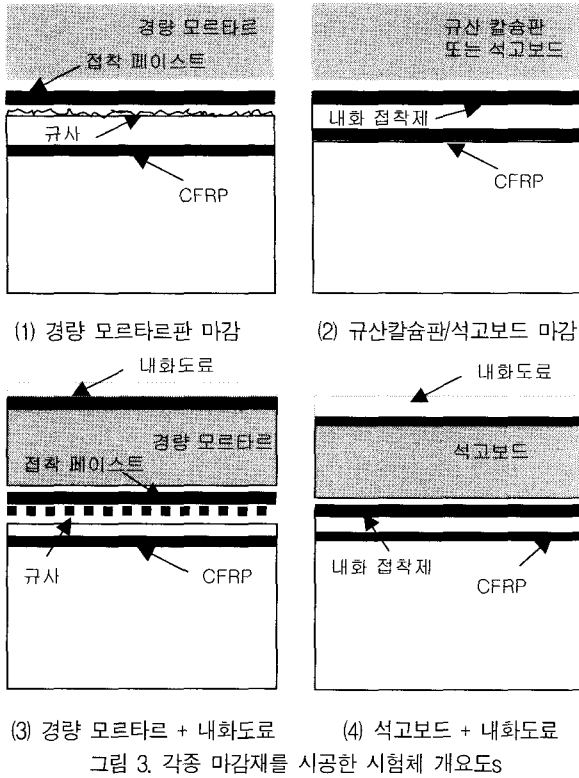


그림 3. 각종 마감재를 시공한 시험체 개요도s

표 1. CFRP의 인장강도 확보를 위한 마감재 별 최소 피복두께

마감재 종류	두께(mm) 1시간	두께(mm) 2시간
경량 모르타르판	35	50
섬유혼입 규산칼슘판	20	40
석고보드	27.5	42.5
경량 모르타르	25	35
경량 모르타르+ 각종 내화도료	15+내화도료(3mm)	20+내화도료(3mm)

표 2. 설정 배기온도 곡선

경과시간(분)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
배기온도(°C)	70	80	90	155	205	235	260	275	290	305

기 위하여 <그림 4>와 같이 모르타르 판에 접착한 탄소섬유시트 위에 불연피복한 공시체를 사용하여 연소시험(표면시험)을 실시한 결과 암면 10 mm을 피복 한 상태에서는 <표 4>에 나타낸 바와 같이 불연재료의 표면시험을 합격하여 준불연재료에 상당하는 것으로 확인되고 있다. 한편, <그림 5>에서 알 수 있듯이 탄소섬유를 고단성으로 사용하는 경우, 열전도성이 높고 방열하기 때문에 불연성 시험결과에 의하면 타지 않는 것이 보고되어 있다.

4. 탄소섬유시트의 부착성과 내화특성

를 넘지 않는 마감재 피복두께를 <표 1>과 같이 제안하고 있다.

<표 3>에 탄소섬유시트의 재료적 특성측면에서의 방·내화성 평가방법을 나타낸다. 한편, 탄소섬유시트의 방화성능을 평가하

방·내화성능 관점에서 탄소섬유시트 보강공법을 평가한다면, 우선, 에폭시수지와 콘크리트와의 부착성능이 화재에 의하여 손

표 3. 탄소섬유시트의 재료적 특성 측면에서의 방·내화성 평가방법

평가항목	세부항목	평가방법(규격)	평가내용	
연소성	발열성	1) 고압 펌프 칼로리 메타 법 (ISO 1716)	재료가 완전히 연소한 때에 발생하는 열을 측정. 화재 확대를 조장하는 정도의 판정 기준. 2)는 로내의 온도 상승 등에 기초하여 발열성을 판단하는 것이므로 발열량을 직접 측정하는 것은 아님.	
		2) 기재시험 및 표면시험 (건설성 제 1828호)		
	인화·발화 온도 (착화성)	1) 플라스틱 발화성 시험	인화·발화온도는 화재시 착화 난이도(출화의 위험도)의 판정기준. 시료의 크기, 기류속도, 승은 속도 등에 크게 영향을 미치므로 시험조건과의 대응이 필요. 2)는 복사 강도와 착화시간과의 관계를 구하는 것으로 시험조건이 화재시의 재료 가열조건에 비교적 가까움	
		2) 착화성 시험(ISO/DP 5657)		
	산소지수	1) 산소지수법(JIS K 7201)	재료의 연소 난이도를 나타내는 지표. 자기 소화성의 판단기준으로 된다. 1)에서는 연소를 지속시키기 위하여 필요한 산소농도의 하한 값을 구한다.	
자기소화성	1) 경질우레탄폼재의 연소시험 방법 (JIS A 9514) 2) 폼 폴리스티렌 보온재의 연소시험 방법(JIS A 9515)	가연성이지만 열원이 없으면 자연적으로 소화하는(계속 타지 않음) 연소특성. 1)과 2)에서는 화염을 제거한 후의 연소계속시간을 구한다.		
화염 전파성	화염 전파성	1) 터널 시험(ASTM E 84) 2) 표면연소 특성 시험(ULC S 102) 3) 화염전파성 시험(ISO/DP 5658)	재료표면에서 화염확대의 성장. 초기화재의 성장·확대방지 면에서 내장재에서는 가장 중요한 특성. 1)과 2)는 기본적으로 같은 방법이며 시험체 표면을 화염이 진전하는 속도를 측정한다.	
		발연량	1) 표면시험(건설성 제 1828호)	피난자의 거리감을 저하시키는 연기의 발생량이나 발생속도를 측정. 2)와 3)은 거의 같은 방법. 모든 시험방법도 시험체를 가열(복사, 접근화염)하고 발생하는 연기를 상자에 모아 그 농도를 공학적으로 측정
			발연속도	
가스발생	가스유독성 (연소생성 가스의 조성)	1) 가스 유해성 시험 (건설성 제 1231호) 2) 기류 중에 있어서 재료의 열분해 생성물과 그 유해성 시험 (DIN 53436)	피난자의 행동을 저해하는 연소생성가스의 유해성을 평가. 1), 2)는 가열중의 시험체에서 발생하는 연소생성가스를 쥐에게 흡입시켜 독성을 평가. 기기분석 등에 의해 얻어진 가스조성에서 판단하는 방법도 있음. 재료의 연소조건(가열온도, 공기의 공급상태) 등에 의해 가스의 유해성(가스 조성)은 크게 변화하므로 주의가 요망된다.	

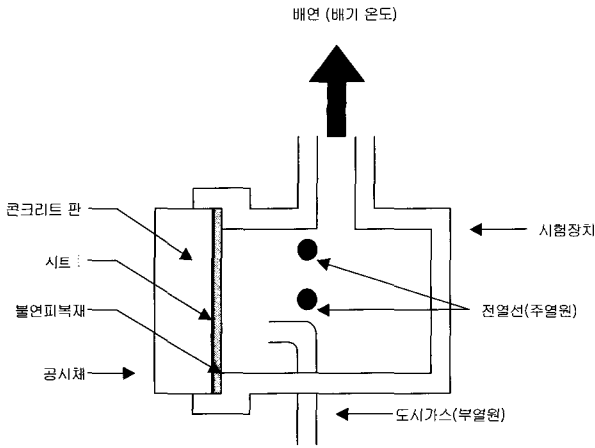


그림 4. 불연재료의 표면시험 방법

표 4. 표면시험 결과

항 목	결 과	판정 기준
유독가스 발생유무	없음	발생 없음
표준곡선 초과시간	없음	표준곡선을 넘지 않음
배연계수	0.3	30 미만
잔열시간	0	30 sec 미만
방화상 유해한 변형	없음	없음
전체두께에 걸친 용융	없음	없음
균열폭 · 길이 mm	0	전체두께 1/10미만
판정	합격	

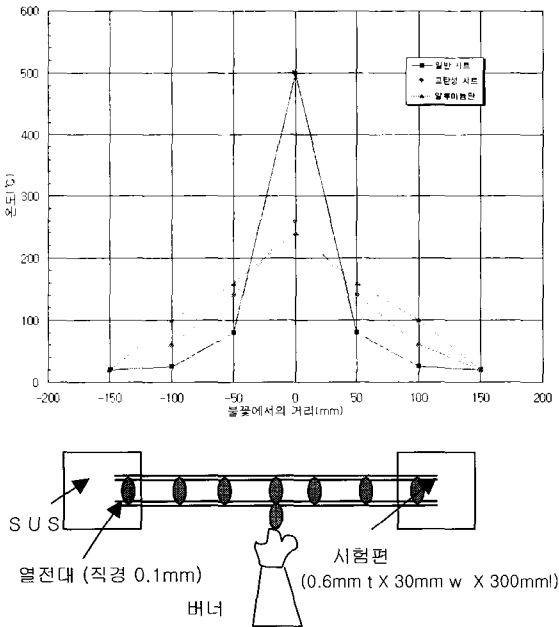


그림 5. 고탄성 탄소섬유시트의 불연성 시험

상되는 일이 없어야 보강효과를 유지할 수 있다. 3장에서 실시한 각종 마감재 대상으로 1시간 및 2시간 내화시험 종료 후 부착시험을 실시한 결과, 탄소섬유시트 표면의 최고온도가 150°C 이하의 경우 부착강도 측정에서는 콘크리트와의 응집파괴가 나타나지만, 180°C 부근에서 콘크리트와 시트 계면과의 파괴가 일부 보

여지게 되며, 210°C를 넘으면 콘크리트와 시트 계면에서의 파괴가 반수 이상을 점하게 된다. 또한, 400°C 이상이 되면 시트에 사용되고 있는 에폭시 함침수지 그 자체가 열 때문에 열화하여 함침수지의 내부응집파괴가 나타나게 된다.

이상의 CFRP 경화체의 인장강도 특성 및 마감재와의 부착시험 결과를 종합하여 보면, 지금까지 탄소섬유시트의 열적 열화는 인장강도 저하 측면에서 220°C에서 260°C로 알려져 있었지만 약 180°C부터 부착성능 저하가 시작되고 약 210°C에서 부착강도가 크게 저하하는 것이 확인되었다. 특히, 실험에서 부착관계를 조사한 온도는 최고온도이며, 그 온도에서 유지된 것이 아닌 순간적으로 기록된 온도이기 때문에 실제로 탄소섬유시트에 축열된 온도는 당연히 이 값보다 낮다고 판단된다. 이 때문에 부착강도에서만 본 탄소섬유시트 보강공법의 화재에 대한 내력저하를 방지하기 위해서는 시트 표면을 200°C 이하, 가능하면 180°C 이하로 하는 내화피복이 피복재 종류에 따라 <표 4>와 같은 두께가 필요하다고 판단되며, 이에 대한 정밀한 연구가 필요하다고 판단된다.

### 5. 탄소섬유시트로 보강된 RC구조부재의 내화성능 평가

기존 국내 연구에 의하면 탄소섬유시트 등과 같은 면재를 RC구조부재에 보강한 경우의 내화시험 연구결과는 전무한 실정이다. 일반적으로 외국에서는 <그림 7>과 같이 탄소섬유로 보강된 RC구조부재의 내화성능 평가·내화설계의 기본순서가 제안되어 있고, 구조부재 내화시험방법에 준하여 보강된 RC구조부재의 내화시험을 실시하여 검증하고 있다. 또한, 화재에 의한 탄소섬유시트 보강 RC구조부재의 내하력 저하를 정확히 평가하기 위해서는 탄소섬유시트의 상온시 인장강도나 탄성계수와 함께 고온시의

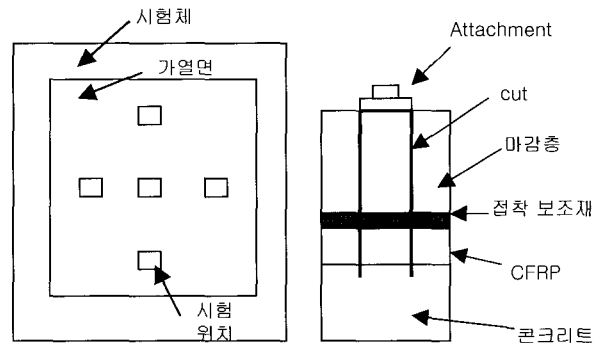


그림 6. 탄소섬유시트의 화재시험 후 부착성능 시험 방법

표 5. 부착강도 확보 측면에서 마감재 별 최소 피복두께

마감재 종류	두께(mm) 1시간	두께(mm) 2시간
기조합 모르타르	50	-
섬유혼입 규산칼슘판	25	40
석고보드	27.5	42.5
경량 모르타르	25	40
경량모르타르+각종내화도료	15+내화도료(3mm)	20+내화도료(3mm)

인장강도 및 탄성계수, 크리프계수, 열팽창률, 열전도율 등을 정확히 파악하는 것이 중요하다. 또한, 화재에 의해 발생하는 열에 의한 콘크리트의 열화정도를 정확히 평가하는 것과 함께 콘크리트 내부의 수분이 탄소섬유시트에 의해 증발되는 것이 억제되어 콘크리트가 폭발하여 내력이 급격히 저하 할 우려가 있으므로 폭 열방지에 대한 주의도 함께 필요하다. 한편, 모든 검증을 실험에 의하여 실시하는 것은 매우 힘들므로 열전도해석이나 이를 근거로한 구조응력해석을 통하여 화재에 의한 탄소섬유시트 보강 RC 구조부재의 내력저하 성능을 명확히 규명하는 것이 필요하다고 하겠다.

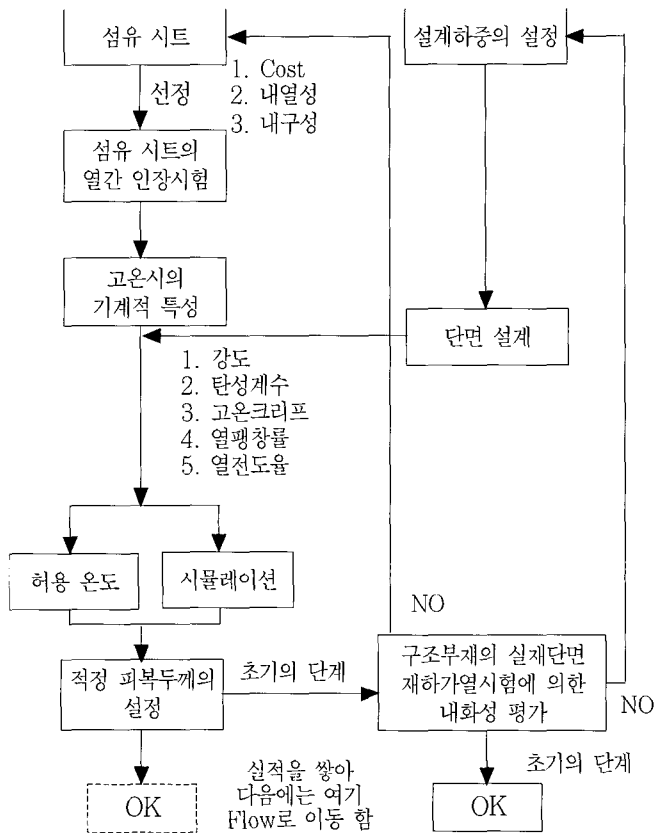


그림 7. 섬유로 보강된 RC 구조부재의 내화성능 평가·내화설계의 순서(안)

## 6. CFRP 보강 RC구조부재의 방·내화성능 확보 방법

### 6.1 가연물량의 증대 방지

탄소섬유시트에 사용되는 가연성의 에폭시수지는 화재시에 연소할 우려가 있지만, 내진보강에 사용되는 정도의 양에서는 수납 가연물의 양과 비교하여 극히 적기 때문에 일반적으로는 방·내화상의 문제는 없다고 판단된다. 그러나, 동일 층수, 구획 등에서 내진보강의 대상부재가 많고 또한 각 부재에 대한 보강재의 사용량(보강층수 등)이 많으면 가연물도 증대하게 된다. 따라서, 내진보강의 효과가 크고, 또한 보강재의 사용량이 한정되어 있는 것을 조건으로 내화설계가 되어 있는 건축물의 내진보강을 실시

하는 경우에는 보강재의 사용에 의한 가연량의 증대가 화재성상에 미치는 영향을 검토하여 그 결과에 의하여 설계를 다시 할 필요가 있다고 판단된다.

### 6.2 내장재료의 불연화

건축물의 용도, 규모, 구조 등에 따라서는 내진보강의 대상으로 되는 부재의 실내에 면하는 부분을 불연재료, 준불연재료 등의 방화재료로 마감할 필요가 있으며, 내장제한이 건축기준법에 의해 규정되어 있다. 이와 같은 경우에는 탄소섬유시트의 실내에 면하는 부분을 불연재료, 준불연재료 등으로 피복 할 필요가 있다. 부재표면에 시공된 보강재는 그것에 포함된 가연성수지의 양이 극히 적기 때문에 그대로 실내에 노출하여도 화재위험은 거의 없지만 내장제한의 적용을 받지 않은 경우에서도 방화를 위하여 불연성재료를 피복하는 것이 바람직하다. 내장마감재 시공은 접착재를 사용하여 붙이는 방법, 경량철골의 바탕을 만들어 그 위에 붙이는 방법, 라스를 붙여 모르타르로 미장하는 등의 방법이 있지만 어느 것이든 보강재를 손상하지 않도록 하는 것이 매우 중요하다.

### 6.3 구조내화성의 확보

건축기준법에서는 철근 콘크리트조의 내력벽, 기둥 및 보의 콘크리트 피복두께를 3cm 이상 확보하도록 규정하고 있다. 내화구조의 철근 콘크리트 부재도 당연히 이 피복두께를 만족할 필요가 있고 더욱이 내화성능을 확보하기 위하여 벽의 최소두께나 기둥·보 등의 구멍지름 최소 값도 정하고 있다. 한편, 탄소섬유시트를 사용한 내진보강에서는 콘크리트 부재의 마감재 제거, 구체 콘크리트 표면의 절삭, 코너부분의 면파기 등의 하지조정이 실시된다. 이와 같이 하지조정을 실시할 경우에는 모르타르 미장 등에 의하여 <그림 8>과 같이 규정의 단면크기를 만족하도록 보수하지 않으면 안된다. 또한, 방화구획을 구성하는 축벽이 있는 기둥을 보강하는 경우에는 기둥과 벽의 접합부에 슬리트를 설치하여 보강재를 기둥에 감싸도록 하기 때문에 이 슬리트를 통하여 혹은 기둥에 감싼 보강재의 연소에 의하여 비화제실측면으로 연소할 우려가 있다. 따라서, 방화구획의 연소방지성능을 확보하기 위해서는 <그림 9>와 같은 슬리트 부분은 모르타르나 콘크리트로 충분히 매립함과 동시에 보강재표면을 모르타르 등의 불연재료로 피복 할 필요가 있다.

### 6.4 탄소섬유시트 보강재의 내화피복

국내의 규정에도 일정의 기준을 만족하는 RC조 및 SRC조 부재는 내화구조로 지정되어 있다. 한편, 탄소섬유시트로 전단보강한 경우는 장기하중의 지지에는 기여하지 않으므로 화재 가열에

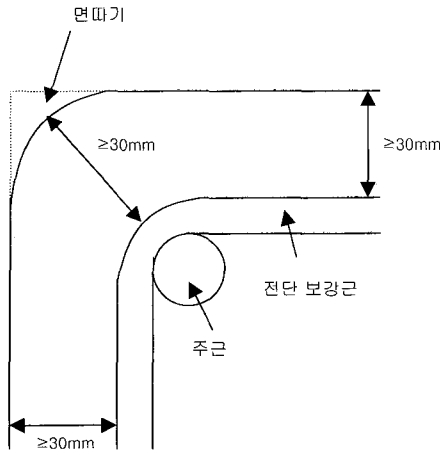


그림 8. 피복두께 확보

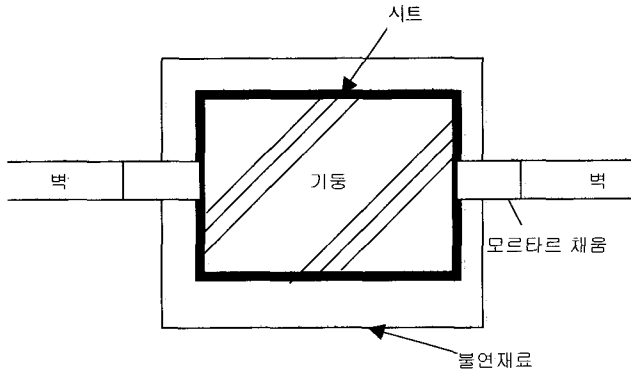


그림 9. 방화구획의 내화성능 확보

의해 성능이 열화 하거나 혹은 손상되어도 장기하중에 대하여는 구조내력 측면에서 지장이 없다. 따라서, 일반적으로 따로 전단 보강면에 내화피복을 설치 할 필요는 없다. 예를 들면, 섬유에 탄소섬유를, 합침 접착수지에 에폭시수지를 사용한 탄소섬유시트 보강재는 약 260°C까지의 가열이력에서는 인장강도의 저하는 없기 때문에 화재시의 탄소섬유시트 보강재 온도를 260°C 이하로 억제하면 화재 후 재사용이 가능하다고 판단된다. 이처럼 내화피복은 예상되는 화재의 규모(화재계속시간, 화재온도 등)에 적합한 내화성능이 확보되도록 설계하지 않으면 안 된다. 실제로는 30분 ~ 3시간 내화의 철골내화구조 내화피복 중에서 보강재의 피복으로서 적당한 공법을 선택하는 경우가 많다. 이 경우 내화피복재의 붙임공법은 보강재를 손상하지 않도록 하는 것이 중요하다. 또한, 철골내화구조의 내화피복은 철골부재를 대상으로 한 것이므로 예를 들면 1시간 내화구조의 내화피복이 탄소섬유시트보강재에 대하여도 동일하게 1시간의 내화성능을 가지고 있다는 의미는 아니라고 판단된다. 이것은 내화구조의 지정을 받기

위하여 필요한 내화시험에 있어서 철골부재의 강제 온도 제한 값은 기둥이나 보에서 평균 350°C이지만 탄소섬유시트 보강재는 일반적으로 이것보다도 낮은 온도의 가열이력에서도 탄소섬유시트 경화제 및 부착성능의 저하를 일으키기 때문이다. 또한, 내진 보강된 부재가 화재를 받은 경우는 설령 내화피복을 실시하였어도 화해가 극히 경미한 경우(연기에 의한 내화피복재 표면의 오염 등)를 제외하고는 내화피복을 제거하고 탄소섬유시트 보강재의 열화 유무를 조사하지 않으면 안 된다고 판단된다.

### 6.5 화재후의 보수·보강

내진보강된 RC구조부재가 화재를 받은 경우는 탄소섬유시트의 들뜸, 박리, 손상, 구체 콘크리트의 균열, 폭열 등의 화재피해를 먼저 조사할 필요가 있다. 또한, 필요한 경우는 탄소섬유시트의 인장시험 등을 실시할 필요가 있다. 한편, 화재에 의하여 탄소섬유시트가 열화되어 있으면 이것을 제거하여 다시 내진보강을 실시하지만 화재피해가 콘크리트 및 철근까지 영향을 미친 경우는 RC구조부재 자체의 보수·보강도 필요하며, 열화한 콘크리트의 제거, 철근의 증설, 콘크리트 단면의 증설 등을 실시할 필요가 있다. 이 경우에도 탄소섬유시트 보강재를 사용한 내진보강을 실시하는 것보다 상기 부재의 보수·보강이 내진보강을 겸하도록 계획하여 시공하는 방법이 효율적이고 합리적이라고 판단된다.

## 6. 결 언

본고에서는 탄소섬유시트 보강공법의 방·내화성능을 중심으로 국내의 자료를 조사·정리하여 보고하였다. 탄소섬유시트보강공법과 같이 에폭시수지계로 접착되는 보강공법은 화재에 의한 방화성능 확보 및 내화성능 확보를 위하여 적절한 내화피복을 실시하는 것이 바람직하다. 그러나, 이에 관한 국내 연구 및 규준은 거의 전무한 실정므로, 기존 섬유시트로 보강된 RC 구조부재의 방·내화성능을 심각히 고려해야 되는 시점에 와있다고 생각되며, 이에 관한 연구가 활성화되기를 기대하는 바이다.

### 참고문헌

1. 日本建築學會, "連續纖維補強材의 콘크리트構造への 應用", 1998. 9.
2. CRS研究會, "CFRPによる既存鐵筋콘크리트柱의耐震補強工法設計·施工指針", 1995. 9.
3. 連續纖維補強콘크리트編輯委員會, "連續纖維補強콘크리트(諸性質と設計法)", 技報堂出版, 1995. 7.